

# 固定買取制度に適合したメガソーラー用PCSの新機種・新機能開発

亀田直人 Naoto Kameda  
長谷川一穂 Kazuho Hasegawa

キーワード 太陽光発電, PCS, メガソーラー, FIT, 系統連系

## 概要



(a) 屋内設置形  
(SP310-250T-DN)



(b) 屋外設置形  
(SP310-250T-DG)

太陽光PCS

2012年7月に施行された固定価格買取制度（FIT）によって、国内の太陽光発電所建設の需要は飛躍的に増大した。市場の需要が高まる中、当社PCS（Power Conditioning Subsystem）SP310シリーズは、他社に先駆けて直流入力最大電圧750Vによる750Vシステムを採用することで、受注台数を大きく伸ばすことができた。太陽光発電所の増加に伴う連系規程上で、FRT（Fault Ride Through）機能をはじめとする新機能搭載の要求やFIT価格の段階的な低下によるPCS価格低下の要求に対して、太陽光PCSの受注ペースを好調に維持できた実績の背景には、PCSに対して継続的な新機種・新機能開発の成果があった。太陽光発電市場を取り巻く環境は刻々と変化を繰り返しており、今後も受注を伸ばすためには、更なる製品改良が必要である。

## 1 まえがき

固定価格買取制度（FIT）が2012年7月1日に施行されてから、3年近くが経過した。直流入力最大電圧を日本の低圧区分の最大電圧750Vとして、750Vシステムを先駆けて導入した当社PCS（Power Conditioning Subsystem）SP310-250Tは、メガソーラー太陽光発電所内の太陽光パネル配置のシステム構築に対し、従来の600VシステムPCSと比較して、配電機器部材の削減や配電ロスの低減に寄与できることが受け入れられ、FIT開始による大幅なPCS需要増加の中で、受注台数を大きく伸ばすことができた。一方で750VシステムのPCS製品ラインアップは当初、形式がSP310-250Tの1機種のみであったが、その後いくつかの形式変更及び新機種開発を経て、現在ではSP310-250T-DG・SP310-250T-DN・SP310-100T-DG・SP310-100T-DN

の4機種があり、今後も新機種の開発を進めていく。

本稿では、FIT開始後の約3年間で販売数好調を維持した太陽光PCSが、なぜ頻繁に形式変更や新機種投入が必要だったのかを開発要因別に説明し、また今後必要となる開発要因を紹介する。

## 2 新機種の開発

FITに向けた太陽光PCSの受注量が伸びていく中で、受注案件に対する傾向分析によって、以下の製品開発に至った。

### 2.1 屋外専用PCS機種開発

メガソーラー発電所PCSは、屋外に設置するケースが圧倒的に多い。SP310-250Tは屋内盤であるため、屋外盤を用意し収容する必要があった。屋外の外気をPCS内に取り入れることができる環境



第1図 屋外設置形PCS SP310-250T-DG

屋外設置形の製品開発で、筐体の二重箱構造及び重量制限による下づり施工を解消することができた。

では、屋外盤はファンによる冷却方式となる。一方、塩害地域で外気を取り込めない環境や、寒冷地で装置の仕様範囲温度を下回る地域では、エアコン冷却方式による密封パッケージが屋外盤となる。受注台数を重ねていく中で、空冷方式による屋外盤の設置環境が全体の7割近くを占めることが分かったため、空冷形の屋外設置形PCS SP310-250T-DGを開発した(第1図)。これによって、従来PCS筐体と屋外盤筐体の二重箱構造を解消することができ、軽量化することで施工性が向上した。屋外盤と屋内盤PCSを識別するため、屋内形N又は屋外形Gを含む枝番をPCSの形式に追加した[例：SP310-250T-DN(屋内形)、SP310-250T-DG(屋外形)]。

## 2.2 最大出力100kW容量機開発

SP310-250Tは最大出力250kWであるため、メガソーラー発電所のPCS容量は250kW刻みとなる。一方でパネル敷設容量は、敷地可能な面積で決まることが多く、250kWよりも小さな刻みでのPCS容量が必要になるケースが多くあった。この要望に応えるため、最大出力100kWPCS(以下、100kW機)をSP310-100Tシリーズとして製品開発した。ただし100kW機は、既製品(サンジェネック(SUNGENEC)シリーズ:明電時報324号, 2009年/No.3, pp.64-69参照)として存在するが、今回新たに100kW機を開発した最大の理由は、SP310シリーズ250kW機の特長である

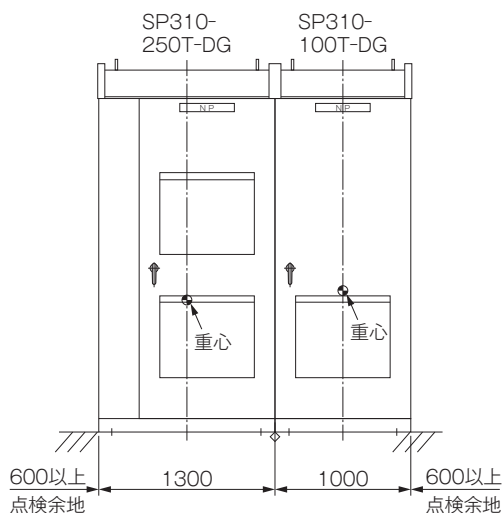
第1表 屋外設置形PCS 最大出力250kW機と100kW機の仕様

SP310-250T-DG及びSP310-100T-DGの仕様を示す。いずれもMPPT制御範囲400-750Vによる750Vシステムで統一した。

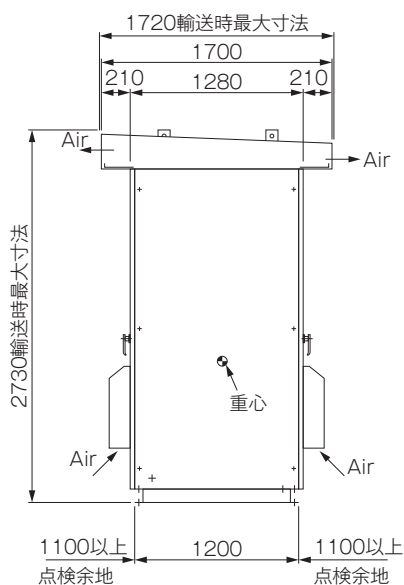
機種 (屋外設置形)	SP310-250T -DG	SP310-100T -DG	備考	
直流入力	MPPT動作電圧範囲(V)	400~750		
	定格電圧(V)	500		
	入力回路	2回路		
	接続ケーブルサイズ(sq)	最大325	最大200	
交流出力	電気方式	三相3線式		
	絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式		
	定格出力電力(kW)	250 (250kVA)	100 (100kVA)	
	定格出力電圧(V)	420/440		
	定格出力電流(A)	344/329	138/131	
	出力力率	0.99以上(力率1制御) ※PCSからみて進み		定格時
	接続ケーブルサイズ(sq)	最大325	最大200	
	変換効率(%)	96.5	96.5	定格時
構造	鋼板製自立屋外盤(一般屋外仕様) ※耐塩仕様無し		IP44	
寸法(mm)	W1300×H2730 ×D1200	W1000×H2730 ×D1200		
質量(kg)	2650	1750		
環境	周囲温度(℃) /湿度(%)		-10~40 / 5~100	

直流750Vシステムを100kW機にも採用したことである。750Vシステムで共通化することで、発電所内の太陽光パネルの直列接続数を統一することができ、お客様側の設計負担が大幅に低減できる。第1表に最新機種の屋外形250kW機(SP310-250T-DG)及び屋外形100kW機(SP310-100T-DG)の仕様を示す。250kW機の機器構成と100kW機の機器構成を統一した製品を開発したことで、今後PCSに求められる新機能(例えば、以下3項で紹介する系統連系規定上必要な機能)に対して、機種間の水平展開が容易になり、迅速な開発にも対応できる。

また、施工的な観点で250kW機と100kW機の相性を良くするため、屋外盤250kW PCSとの盤寸法を合わせることで、250kW機と100kW機の列盤構成を実現した。第2図に列盤外形図を示す。



(a) 正面図：250kW機(左)及び100kW機(右)



(b) 側面図：100kW機

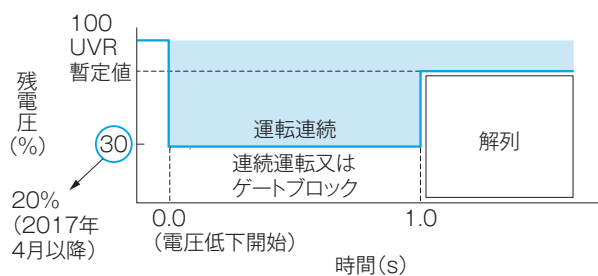
単位：mm

第2図 屋外設置形PCS 列盤外形図

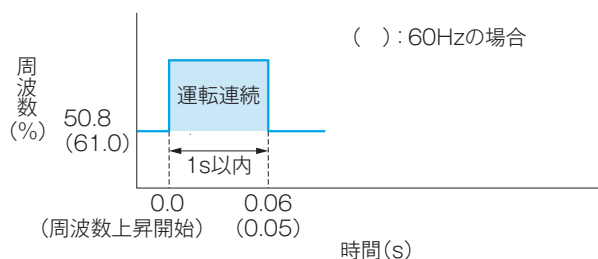
最大出力250kW機 (SP310-250T-DG) 及び100kW機 (SP310-100T-DG) の奥行き外寸 (H×D) をそろえることで、列盤にできる構成とした。

3 今後連系規定上必要な太陽光発電 PCS新機能

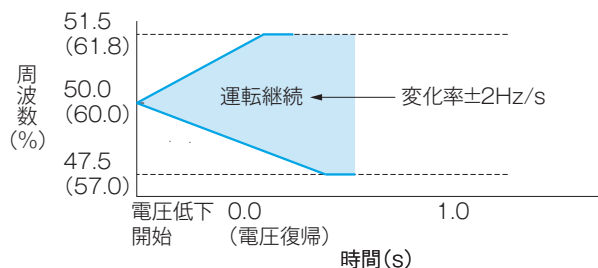
FIT制度によって多くの太陽光発電所が運転開始するにつれて、系統を安定的に運用する観点から、電力会社への連系申請受諾を容易にするために、今後PCSに対して以下の新機能の搭載が必須となる。PCSへの新機能の搭載要求は今後も発生する可能



(a) 電圧低下耐量



(b) 周波数変動耐量(ステップ上昇)



(c) 周波数変動耐量(ランプ上昇・降下)

第3図 系統連系規程 JEAC 9701-2012で規定された FRTでの電圧及び周波数変動範囲

残電圧20%低下でも発電運転継続が必要なことから、電源確保のための設計変更が必要となった。

性が高く、今後も開発が欠かせないものとなっている。以下に主な必要機能を紹介する。

3.1 FRT (Fault Ride Through) 機能

FRT機能とは、規定した電圧低下又は周波数変化に対して、PCSの発電運転継続を要求するものである。第3図に系統連系規程JEAC 9701-2012で規定されたFRTでの電圧及び周波数変動範囲を示す。

電圧は定格電圧20%低下まで運転継続を規定されているため、電圧低下時に制御電源を担保する電源が必要となる。この状況に対し、無停電電源装置(UPS)をPCS装置内もしくは装置外に設置することで対応できる仕様とした新機種(Fシリーズ:形番末尾が-FN, -FG)又は太陽光パネル発電(直流

電源)の一部を直流側から直接制御電源として用いることで、UPS無しで対応できる新機種(Dシリーズ:形番末尾が-DN, -DG)を製品開発した。現在は、Dシリーズ機種でFRT機能に対応している。また周波数変化に対しては、PCSの単独運転状態検出方式が周波数の変化量を整定値としているため、FRTで規定された周波数変化に対して、単独運転を誤検出しないように整定値の見直しなどを行った。

### 3.2 新型能動方式単独運転検出機能

系統側が停電して単独運転状態に入ったときに、太陽光発電所が確実に単独運転状態を検出して発電を停止する必要がある。現在、単独運転検出の能動的な方式は各社で異なっており、当社のPCSでは無効電力注入方式を採用している。無効電力注入方式とは、単独運転状態になったときに系統周波数変動を促すため、装置定格の数%程度の少量の無効電力を周期的な波形で系統側に注入し、系統周波数の変化によって単独運転状態を検出するものである。同一発電所内のPCSは、無効電力注入タイミングの同期を取っているが、同一系統内に他の無効電力注入方式PCSの太陽光発電所が存在する場合、太陽光発電所間で無効電力注入の影響により、干渉が発生して単独運転状態検出がより困難となる。このような問題や単独運転発生時の速やかな解列が必要なことから、新型能動方式単独運転検出機能(ステップ注入式周波数フィードバック方式)の搭載が必須になる。2017年4月には搭載必須となるため、製品開発を積極的に行っている。

### 3.3 発電予想に基づいた出力抑制機能

太陽光発電所は天候で発電量が決まるため、需要負荷が比較的少ない休日でも、天気次第で平日と変わらない発電運転を継続する。太陽光発電量が需要量を上回る場合は、太陽光発電量を制限する必要があるため、需要が少ないと予想される前日には発電抑制依頼の連絡で、1日単位で発電抑制することを連系承諾条件としていた。これに対し、太陽光発電所が増えて需要量にひっ迫し、今後、更に発電所が増加すると需要が少ない時間帯に逆潮流が発生す

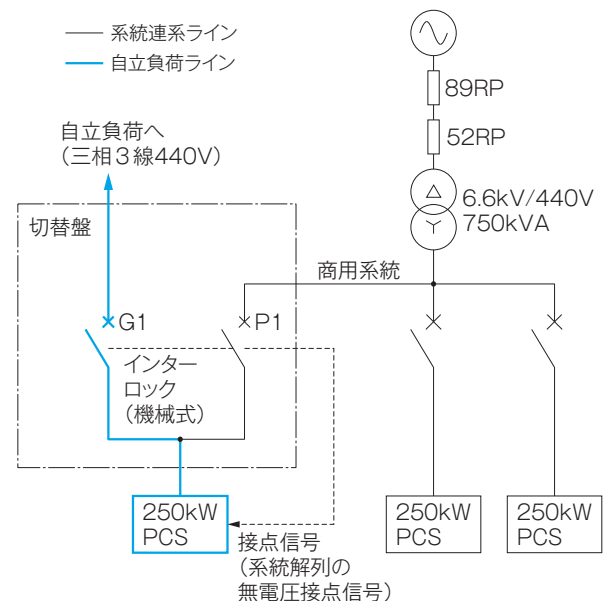
る可能性があることから、頻繁に発電制御が必要となる。このため、現行の手動ON/OF機能による一日単位で出力制限する仕組みをやめ、カレンダー機能による出力指令で、一日よりも短い時間単位での出力抑制制御を遠隔操作できる機能の要求があり、より細かな出力制御機能を持つことが今後の連系承諾条件となる。

## 4 今後太陽光発電PCSに求められる付加機能

以下に今後求められる付加機能を紹介する。

### 4.1 自立運転機能

自立運転機能とは、系統が停電中でも太陽光パネルが発電した電気を利用することができる機能である。PCSに自立運転機能を追加することで、通常FITによって系統に発電を供給していたPCSを、系統停電時に発電量の供給先を所内負荷設備に回路を切り替え、PCSを自立運転モードにして運用することで、発電を有効利用できる。第4図に自立運転機能を搭載したPCSのシステム構成例(定格電圧440V)を示す。災害時の非常用電源として、今後自



第4図 自立運転機能を搭載したPCSのシステム構成例(定格電圧440V)

系統停電時には、PCSの接続先を商用系統から自立負荷へ切り替える盤を設けることで自立運転できる。

立運転機能の需要を見込んでおり、2015年6月出荷以降のSP310シリーズは、自立運転機能を搭載できる。なお、これまでの機種でも非常用発電機との連系運転ができ、所内負荷設備の中に非常用発電機を含めることで、自立運転機能と非常用発電機連系運転を併用できる。

#### 4.2 新技術要素の採用による製品の高性能化

利便性の向上とは別にFIT価格が低下する中で、高性能なPCS開発は今度も欠かせないものとなる。

現在、PCS装置の構成するインバータ素子は、シリコン(Si)で構成されている。Siに替わる高性能材料として、市場ではシリコンカーバイド(SiC)が注目されており、実用化に向けて国内で精力的な開発が進んでいる。将来SiCインバータを採用することで、電力変換効率の上昇やインバータの小形化に伴うPCSの小形化が期待される。一方で、SiCインバータの能力を有効に用いるためには、インバータの高温動作が必要となる。このためSiCインバータ実装には、電気回路の変更だけでなく熱耐力の観点から周辺部材の変更も必要となり、総合的な視点で製品開発が必要となる。SiCインバータの採用が、既に小容量PCS(～5kW)で始まっており、今後SiCインバータ実装実績の定着及び大容量化に伴い、産業用PCS(～250kW)にも波及する可能性が高い。

他の技術要素として、PCS装置内局所冷却技術が挙げられる。現在、沿岸地域に納入するPCSは、エアコン冷却方式の密閉形パッケージ内に収納しているが、PCS盤構造を密閉形として、装置内部で発熱

部分を集中して冷却するシステムを構築することで、塩害地域でもパッケージレスにできると考えられる。この製品開発は構造的に大幅な変更となるが、FIT単価が年々減少の背景もあり、PCSに対する価格低下の要求及び高効率な発電運転の要望が今後更に高まるため、長期的な視野での開発が必要不可欠である。

## 5 むすび

太陽光PCSの新機種・新機能開発の状況について、FIT制度開始後から3年間に焦点を当てて紹介した。新機種・新機能開発の背景として、FIT開始後の発電所設置状況による要因、連系規程上で新機能搭載が避けられない要因、及び付加機能や高性能化の要望の要因がある。太陽光発電環境を巡る状況は日々変化しており、今後も太陽光PCSの受注を確保するため、製品開発の継続が必要不可欠である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

#### 《執筆者紹介》



亀田直人  
Naoto Kameda

基盤技術研究所  
解析シミュレーション技術及び材料強度評価技術の研究に従事



長谷川一穂  
Kazuho Hasegawa

エネルギーシステム部  
太陽光発電システムのエンジニアリング業務に従事